

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(22) Offenlegungsschrift  
(11) DE 3738914 A1

(51) Int. Cl. 4:  
G01P 3/44  
B 60 T 8/32  
B 60 K 28/18

DE 3738914 A1

(21) Aktenzeichen: P 37 38 914.9  
(22) Anmeldetag: 17. 11. 87  
(23) Offenlegungstag: 24. 5. 89

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

Haas, Hardy, 7141 Schwieberdingen, DE; Meißner,  
Manfred, 7145 Unterriexingen, DE; Sigl, Alfred, 7126  
Sersheim, DE

(54) Verfahren zur Korrektur der durch Radsensoren ermittelten Drehgeschwindigkeit von Fahrzeugrädern

Es wird ein Verfahren zur Korrektur der durch Radsensoren ermittelten, durch unterschiedliche Raddurchmesser voneinander verschiedenen Radgeschwindigkeiten eines Fahrzeugs beschrieben. Hierzu wird bei schlupffreier Fahrt das Radpaar ermittelt, dessen Radgeschwindigkeiten sich am wenigsten unterscheiden. Aus diesen Radgeschwindigkeiten wird ein Mittelwert gebildet, der mit den Radgeschwindigkeiten der anderen Räder in Beziehung gesetzt einen Korrekturwert ergibt, mit dem die anderen Radgeschwindigkeiten korrigiert werden.

DE 3738914 A1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Es ist bekannt, die Geschwindigkeit von Fahrzeugräder mittels Sensoren zu messen und die gemessenen Geschwindigkeiten zur Regelung des Radschlups zu verwenden. Radschlupf kann z.B. durch Überbremsen von Fahrzeugräder (Bremsschlupf), durch zu großes Antriebsmoment (Antriebsschlupf) oder auch durch das Schleppmoment des Motors bei geringem Reibbeiwert zwischen Straße und Reifen zustande kommen. Durch Einwirken auf den Bremsdruck wird bei einem ABS der Bremsschlupf geregelt; durch Einwirken auf das Antriebsmoment und/oder auf die Bremse wird bei der Antriebsschlupfregelung (ASR) der Antriebsschlupf geregelt; bei der Motorschleppmomentregelung wird durch Einwirken auf den Antrieb der Schlupf geregelt.

Die Reifendurchmesser eines Kraftfahrzeugs können voneinander abweichen, wodurch an den einzelnen Rädern unterschiedliche Radgeschwindigkeiten gemessen werden. Hierdurch kann es bei den oben genannten Regelungen zu Fehlregelungen kommen.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß während der Fahrt unterschiedliche Reifendurchmesser erkannt werden und daß die gemessenen Geschwindigkeitswerte von Rädern mit abweichenden Reifendurchmessern angeglichen werden. Dann können die erhaltenen Werte zwecks Regelung miteinander in Beziehung gesetzt werden.

Vorzugsweise wird die Erkennung unterschiedlicher Durchmesser der Räder und die Korrekturrechnung dann vorgenommen, wenn nicht gebremst wird, keine der genannten Regelungen in Funktion ist, keine Kurvdurchfahren wird (Lenkwinkel signal klein, oder Querbeschleunigung klein, oder Drehgeschwindigkeiten an den Rädern einer Achse etwa gleich), die Fahrzeugbeschleunigung oder -verzögerung gering ist, die Räder keine oder nur eine geringe Beschleunigung oder Verzögerung aufweisen und/oder wenigstens nur ein geringes Motormoment auf die angetriebenen Räder gekopelt wird. Letzteres kann durch ein geringes Motorausgangsmoment Drehzahlabhängiger Drosselklappenwert Motornullmomentenkennlinie Gaspedal in "0"-Stellung erzeugt auf niedrig- $\mu$  Bremsschlupf vom Motor eingekuppelt ist oder keine Verbindung zwischen Motor und angetriebenen Rädern oder bei Automatikgetriebe "Fahrstufe N eingelegt" signalisiert werden. Die obigen Kriterien können in verschiedenen Kombinationen zur Erkennung des schlupffreien Radlaufs herangezogen werden. Auch ist es möglich, die Messung und Korrektur nur in einem mittleren Geschwindigkeitsbereich vorzunehmen.

Die Änderung des dynamischen Reifendurchmessers ist eine nichtlineare Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit. Um eine nichtlineare Korrektur vornehmen zu können, kann man sich die Korrektur durch geschwindigkeitsabhängige Korrekturwerte über den gesamten Geschwindigkeitsbereich vorstellen.

Anhand der Zeichnung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert.

Es zeigt

Fig. 1 ein Blockschaltbild zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens

Fig. 2 ein Flußdiagramm zur Durchführung des Verfahrens

Fig. 3 ein Prinzipbild eines Fahrzeugs mit 3 Geschwindigkeitssensoren

In Fig. 1 sind mit 1-4 vier den vier Rädern eines Kraftfahrzeugs zugeordnete Geschwindigkeitssensoren bezeichnet. Diese liefern Radgeschwindigkeiten  $V_1$  -  $V_4$  an einem Block 5. Ein weiterer Block 6 aktiviert den Block 5, wenn, wie hier angenommen nicht gebremst wird (BLS), ABS und ASR nicht in Funktion sind (ABS und ASR), die Fahrzeuggeschwindigkeit oder Verzögerung kleiner einem vorgegebenen Betrag  $a_1$  ist, die Querbeschleunigung  $a_Q$  kleiner als ein Betrag  $a_2$  ist und sich das Fahrzeug zwischen 20 und 110 Km/h bewegt.

Sind diese Bedingungen erfüllt, so wird schlupffreie Fahrt unterstellt. Es sei hier unterstellt, daß das Kriterium  $a_Q < a_2$  erst später auf ein Zusatzsignal hin zugeschaltet wird.

Im Block 5 werden nun fortlaufend die Differenzen

$$\Delta V_1 = / (V_1 - V_2) /$$

$$\Delta V_2 = / (V_1 - V_3) /$$

$$\Delta V_3 = / (V_1 - V_4) /$$

$$\Delta V_4 = / (V_2 - V_3) /$$

$$\Delta V_5 = / (V_2 - V_4) /$$

$$\Delta V_6 = / (V_3 - V_4) /$$

gebildet und die geringste Differenz  $\Delta V_{min}$  festgestellt. Aus den Geschwindigkeiten z.B.  $V_2$  und  $V_3$  dieser Differenz  $\Delta V_{min} = \Delta V_4$  wird dann in einen Block 16 der Mittelwert

$$\bar{V} = \frac{V_2 + V_3}{2}$$

gebildet.

Vorzugsweise wird im Block 5 ein Mittelwert  $\Delta V$  der Differenz über eine Vielzahl von aufeinander folgenden Messungen ermittelt. Vorzugsweise ist der Mittelwert ein gewichteter Mittelwert, der gemäß folgender Beziehung ermittelt wird:

$$\Delta V = \frac{m \cdot \Delta V(t-1) + \Delta V(t)}{m+1}$$

Diese Beziehung bedeutet, daß jeweils der aus  $m$  Mittelwertbildungen ( $m$  Konstant und z.B. 1000) zuletzt (Zeitpunkt  $t-1$ ) erhaltene Mittelwert  $\Delta V(t-1)$  mit dem Faktor  $m$  versehen wird, hierzu der neu (Zeitpunkt  $t$ ) ermittelte Differenzwert  $\Delta V(t)$  addiert wird und die Summe durch  $(m+1)$  dividiert wird.  $\Delta V$  ist bei Rechnerstart 0.

Gemäß der sich hieraus ergebenden kleinsten Differenz  $\Delta V_{min}$  werden die Radgeschwindigkeiten mit der geringsten Abweichung voneinander ausgewählt und der oben genannte Mittelwert  $\bar{V}$  in Block 6 gebildet.

Ein Vergleicher 7 überprüft, ob die Differenz der beiden ausgewählten Räder kleiner als ein vorgegebener Wert, z.B. kleiner 1% ist. Ist dies der Fall, so wird ein Block 8 aktiviert, andernfalls wird durch Deaktivierung des Blocks 5 die Messung neu begonnen.

Ist der Unterschied kleiner z.B. 1%, so werden im Block 8 Korrekturfaktoren

$$K_1 = \frac{\bar{V}}{V_1} \text{ und } K_4 = \frac{\bar{V}}{V_4}$$

(gemäß dem obigen Beispiel) gebildet, wobei hier die

Radgeschwindigkeiten zu  $\bar{V}$  in Beziehung gesetzt werden, die nicht in  $\bar{V}$  einbezogen werden. Dies wird vom Block 5 über Leitungen 5 zum Block 8 signalisiert. Aus den nacheinander erhaltenen Korrekturwerten  $K_1$  und  $K_4$  werden ebenfalls im Block 8 gewichtete Mittelwerte  $\bar{K}_1$  und  $\bar{K}_4$  gemäß der Beziehung

$$\bar{K}_1 = \frac{m K_1(t-1) + K_1(t)}{m+1}$$

$$\bar{K}_4 = \frac{m \bar{K}_4(t-1) + K_4(t)}{m+1}$$

gebildet.

$m$  ist wieder eine konstante Zahl, z. B. 1000.

$K$  ist bei Rechnerstart 1.

Man kann in einem weiteren Block 9 die  $K$  Werte auf Plausibilität überprüfen. Es wird dabei vorausgesetzt, daß  $K$  einen vorgegebenen Wert  $K_{Grenz}$  nicht überschreiten darf, der z. B. durch den Durchmesser des Notrads gegeben ist.

Die bei dem angenommenen Beispiel ermittelten Werte  $\bar{K}_1$  und  $\bar{K}_4$  werden über Leitungen 9' zu Multiplikatoren 10 und 13 gegeben, in denen aus den gemessenen Geschwindigkeiten  $V_1$  und  $V_4$  korrigierte Geschwindigkeiten

$$V_{1K} = \bar{K}_1 V_1$$

$$V_{4K} = \bar{K}_4 V_4$$

gebildet werden. Über Klemmen 14 stehen die teilweise nicht und teilweise korrigierten Geschwindigkeitssignalen  $V_{1K}$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ ,  $V_{4K}$  zur weiteren Auswertung zur Verfügung.

Man kann, wenn einmal Korrekturwerte ermittelt wurden, die Kriterien für die Korrekturmöglichkeit verschärfen und ab dann z. B. für die Ermittlung zusätzlich noch die Geradeausfahrt zur Bedingung machen. Hierzu wird bei Bildung eines Korrektursignals  $K$  über ein Oder-Gatter 15 der Block 1 umgeschaltet, so daß er nunmehr nur noch bei zusätzlicher Geradeausfahrt, d. h. wenn  $a_0 < a_2$  ist, den Block 5 aktiviert.

Anhand eines in Fig. 2 gezeigten Flußdiagramms ein etwas anderes Verfahren erläutert. Nach dem Start (20) wird in 21 die kleinste Differenz  $\Delta V_{min}$  ermittelt und der Mittelwert  $\bar{V}$  gebildet. In 22 wird geprüft, ob die ermittelten Werte plausibel sind (z. B.  $\Delta V_{min}/\bar{V} < 1\%$ ). Ist dies der Fall, so werden in 23 die Korrekturfaktoren  $K$  berechnet und in 24 auf Plausibilität geprüft

$$(z. B. \frac{\bar{K}(t-1) - K(t)}{K(t-1)} < 3\%).$$

Ist dies ebenfalls der Fall, so werden in 25 die Radgeschwindigkeiten korrigiert. Wird dagegen in den Blöcken 22 oder 24 festgestellt, daß die gelieferten Werte nicht plausibel sind, so wird jeweils über 26 der letzte vorangegangene plausible Korrekturwert zur Korrektur benutzt.

In Fig. 3 ist unterstellt, daß nur den Vorderrädern 31 und 32 je ein Geschwindigkeitssensor 35 bzw. 36 zugeordnet ist, während den Hinterrädern 33 und 34 nur ein am Differential 37 angeordneten Sensor 38 zugeordnet ist. In diesem Fall wird das Signal dieses Sensors 38 als gemitteltes Signal  $\bar{V}$  der Räder mit der geringsten Differenz gesetzt und davon ausgehend die Korrektur der

beiden Vorderräder vorgenommen. Die Differenzermittlungen gemäß Fig. 1 entfallen. Das Differential bildet mechanisch den Mittelwert der Antriebsgeschwindigkeit.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Korrektur der durch Radsensoren ermittelten Drehgeschwindigkeiten von Fahrzeugräder, dadurch gekennzeichnet, daß in Zeiträumen ohne Radschlupf durch paarweisen Vergleich der Raddrehgeschwindigkeiten das Radpaar mit der geringsten Geschwindigkeitsdifferenz ermittelt wird, daß die Radgeschwindigkeiten dieser Räder gemittelt werden, daß aus den Abweichungen der übrigen Räder von diesem Mittelwert  $\bar{V}$  Korrekturwerte ermittelt werden und daß nachfolgend die Radgeschwindigkeiten der übrigen Räder mit diesen Korrekturwerten korrigiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der paarweise Vergleich in Zeiträumen vorgenommen wird, in denen keine Schlupfregelung (ABS oder ASR oder Motorschleppmomentenregelung) erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der paarweise Vergleich in Zeiträumen vorgenommen wird, in denen nicht gebremst wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der paarweise Vergleich in Zeiträumen vorgenommen wird, in denen der Motor ein geringes Moment abgibt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der paarweise Vergleich in Zeiträumen vorgenommen wird, in denen das Fahrzeug in einem vorgegebenen Geschwindigkeitsbereich fährt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der paarweise Vergleich in Zeiträumen vorgenommen wird, in denen die Radbeschleunigungen und Radverzögerungen kleiner als ein vorgegebener kleiner Vergleichswert sind.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der paarweise Vergleich in Zeiträumen vorgenommen wird, in denen keine Kurve durchfahren wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1—7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Feststellung der geringsten Differenz zweier Radgeschwindigkeiten der Mittelwert  $\bar{V}$  einer Vielzahl von nacheinander ermittelten Geschwindigkeitsdifferenzen  $\Delta V$  gebildet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein gewichteter Mittelwert  $\bar{V}$  der Differenzen  $\Delta V$  zum Zeitpunkt  $t$  nach Maßgabe der Beziehung

$$\bar{V} = \frac{m \cdot \bar{V}(t-1) + K \Delta V(t)}{m+1}$$

ermittelt wird, wobei  $m$  eine Konstante Zahl (Zahl der Berechnungen), und  $(t-1)$  und  $t$  aufeinanderfolgende Auswertungszeitpunkte sind.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1—9, dadurch gekennzeichnet, daß die geringste Differenz nur verwertet wird, wenn sich die Radgeschwindig-

keiten der zugehörigen Räder um wenig r als ein vorgegebener kleiner Wert (z. B. 1%) voneinander unterscheiden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–10, dadurch gekennzeichnet, daß die gemessenen Radgeschwindigkeiten  $V_{mi}$  der übrigen Räder nach Maßgabe der Beziehung

$$V_{Ki} = K_i \cdot V_{mi}$$

korrigiert werden, wobei  $K_i$  ein für das einzelne Rad ermittelten Korrekturfaktor und  $V_{Ki}$  die korrigierte Radgeschwindigkeit für das einzelne Rad ist.  
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß  $K$  durch Bildung des Quotienten  $K = \sqrt[m]{V_{zz}}$  ermittelt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Korrekturwert  $K$  ein nach Maßgabe der Beziehung

$$K = \frac{m K(t-1) + K(t)}{m + 1}$$

ermittelten gewichteten Korrekturwert  $\bar{K}$  ist, wobei  $m$  eine Konstante Zahl der,  $(t-1)$  und  $t$  aufeinanderfolgende Auswertzeitpunkte und  $K(t)$  der neu ermittelte Korrekturwert ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11–13, dadurch gekennzeichnet, daß die zulässige Abweichung des Werts für  $K$  von 1 begrenzt ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Abweichung des aktuellen Korrekturwerts  $K(t)$  vom gewichteten Korrekturwert  $\bar{K}(t-1)$  begrenzt ist.

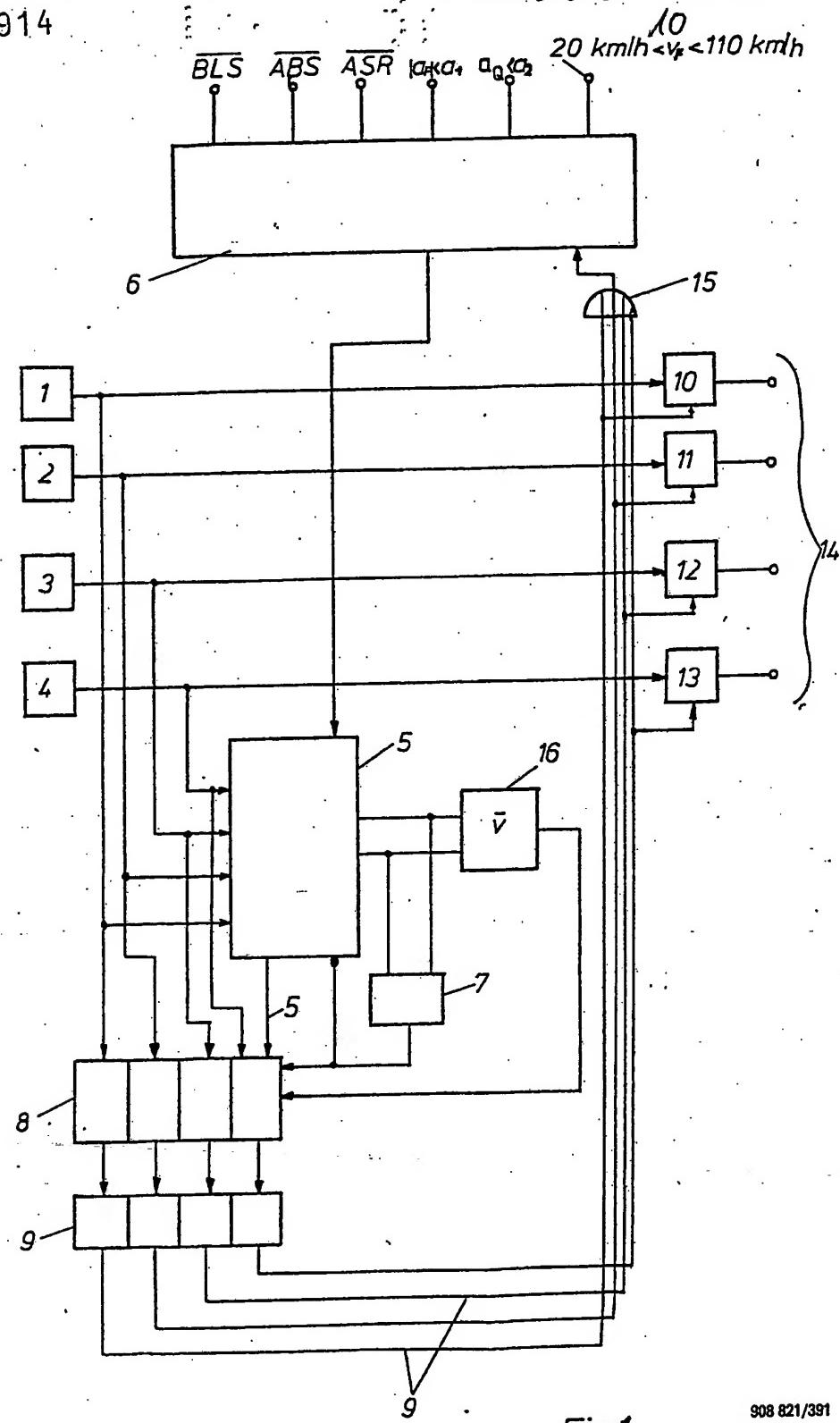
16. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kurvenfahrbedingung erst wirksam gemacht wird, wenn ein erster Korrekturwert nach einer Zahl von Messungen ermittelt wurde.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–16, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung eines gemeinsamen Geschwindigkeitssensors an einer Achse das Geschwindigkeitssignal dieses Sensors als Mittelwert  $\bar{V}$  verwendet wird.

**- Leerseite -**

Nummer: 37 38 914  
Int. Cl. 4: G 01 P 3/44  
Anmeldetag: 17. November 1987  
Offenlegungstag: 24. Mai 1989

3738914

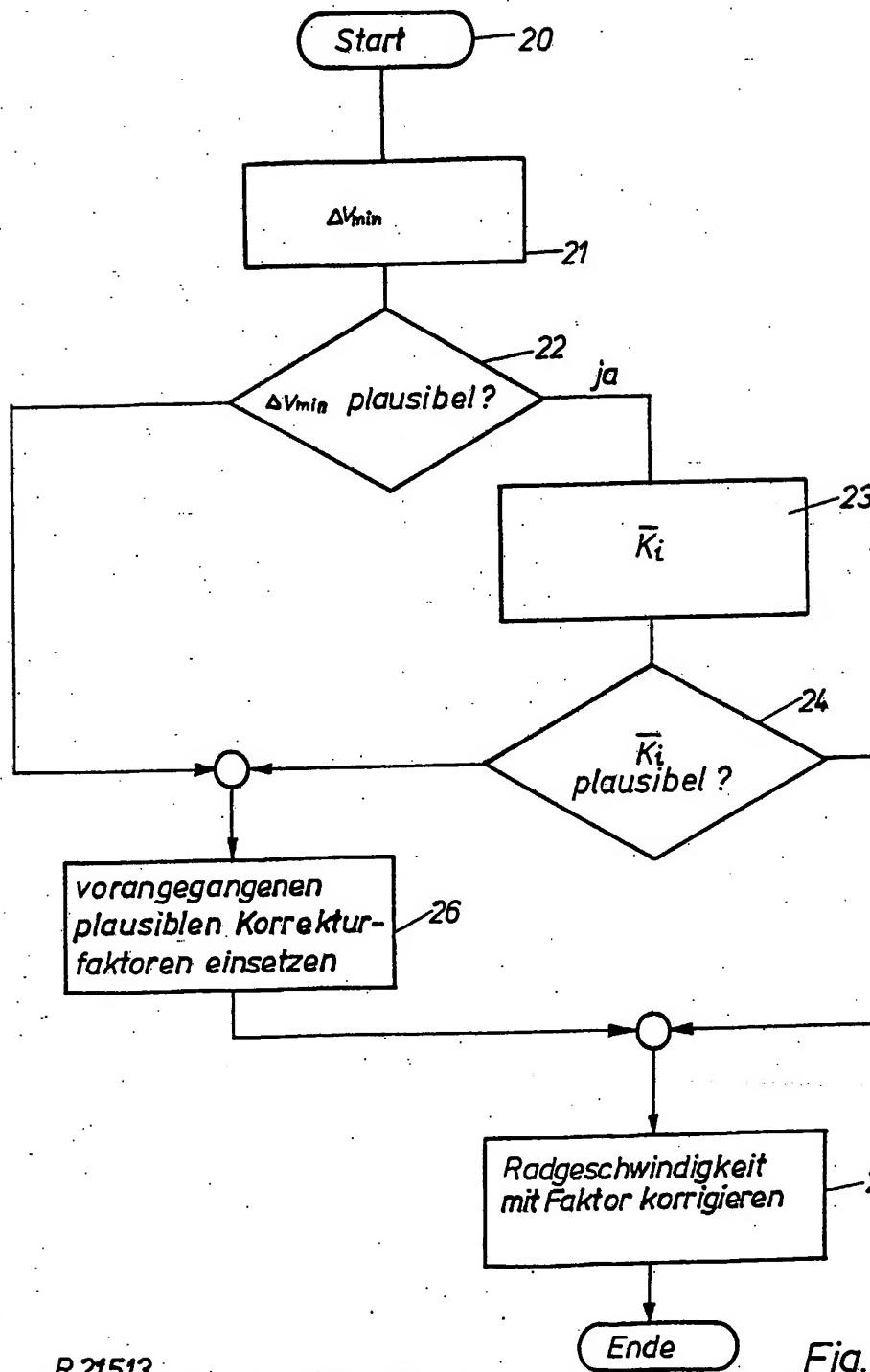


R 21513

Fig.1

908 821/391

M



ORIGINAL INSPECTED

R 21513

Fig. 2

Fig. : 121:8

3738914

12\*

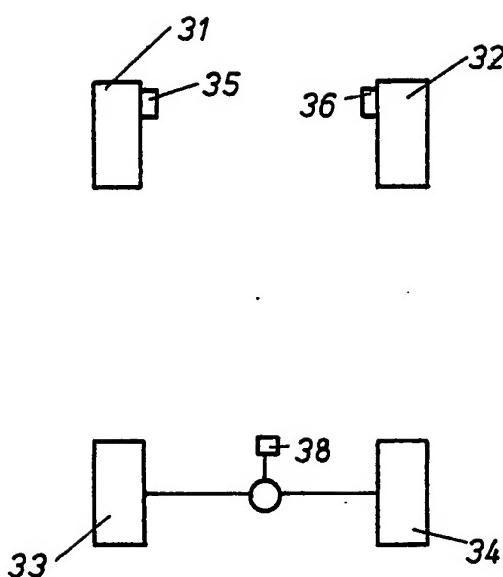


Fig.3

ORIGINAL INSPECTED

R 21513